

Title	10. CWモード同期ピコ秒YAGレーザー・同色素レーザーの製作とその特性に関する研究(北海道大学大学院理学研究科物理学専攻,修士論文題目・アブストラクト(1987年度)その1)
Author(s)	福島, 悟
Citation	物性研究 (1988), 50(5): 846-848
Issue Date	1988-08-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/93251
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

と思われる。サファイヤの 0.1 K における熱伝導率は銅に比べ 10^{-4} と小さいが、0.1 K における比熱は 10^{-5} 倍と非常に小さい。

比熱測定上最も重要な事は温度計の精度である。測定にはスピア及び松下の 1/16 W のカーボン抵抗を使用した。超低温の測定にはカーボン抵抗を用いる場合が多いが、安価である反面安定性に問題がある。今回使用したカーボン抵抗は、温度定点での抵抗値が実験のたびにどんどん増加していくという不安定なカーボン抵抗であったため、全く信頼性のないものであった。その温度計の温度較正の際に基準温度計として用いた温度計も同じような不安定なカーボン抵抗であったため、温度較正も信頼できない結果となった。カーボン抵抗を温度計として使用する場合、室温 \leftrightarrow 4.2K の Heat cycle で再現性のよい抵抗を選び出してから CMN で直接較正したものを使うべきである。さらには、較正用に再現性のよい Ge 温度計を付け加えておく必要があるように思われる。

10. CW モード同期ピコ秒 YAG レーザー・同色素レーザーの製作とその特性に関する研究

福 島 悟

モード同期ピコ秒パルスレーザー（略して M. L. レーザー）は 10^{-12} 秒程度の狭いパルス幅をもつ光パルス列を発生する。このようなレーザーは高速緩和現象などの解明には唯一直接的手段と考えられる。この種の実験には、主に高繰返し CW M. L. Ar^+ レーザーが普及している。これに比べ CW M. L. YAG レーザーは多くの利点があるにもかかわらず実際には、安定化された装置とは言い難い。この為、物性研究には使用されていないと思われる。又、CW M. L. YAG レーザーについて安定性を考慮した基礎特性に関する研究も十分に成されていない。そこでこの研究では、CW M. L. YAG レーザー及び同起励起色素レーザーを安定な装置として製作が可能かどうかを調べ、各レーザーについて基礎特性と強度ゆらぎに関する知見を得ることを目的とした。

製作した YAG レーザー（図 1a）は、音響光学変調器を使用した強制モード同期方式を採用した。共振器の製作では特にロッドの熱効果を考慮しミラーの曲率半径、反射率及びレーザーヘッドの位置について詳しく調べ最適条件を見出した（表 1）。この結果と共振器理論¹⁾から求めた結果とを比較したところ一致をみなかった。この原因としてロッドに熱歪みによる複屈折効果²⁾が生じており、理論ではこの効果を取り入れていない為であることが実験でわかった。

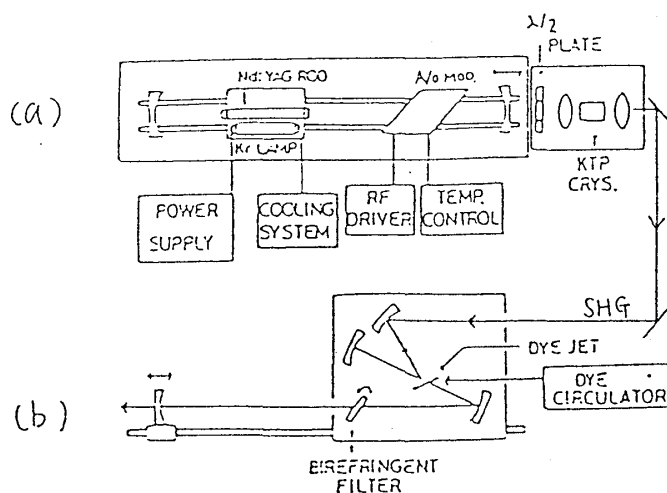


図1 自作モード同期YAGレーザー，色素レーザーの構成図

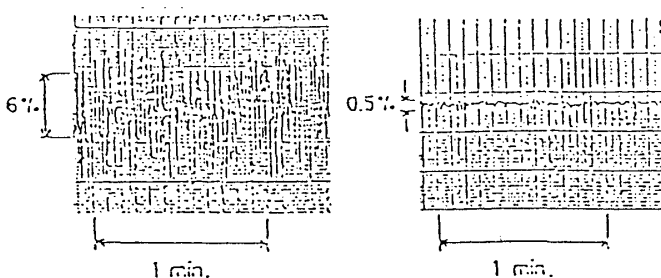


図2 自作モード同期YAGレーザー低周波強度のゆらぎ

表1 モード同期YAGレーザー共振器の最適条件

	出力ミラー	エンドミラー
曲率半径 (cm)	∞	500 ϕ
反射率	92%	100%

レーザーヘッドの位置：出力ミラー側より105cm

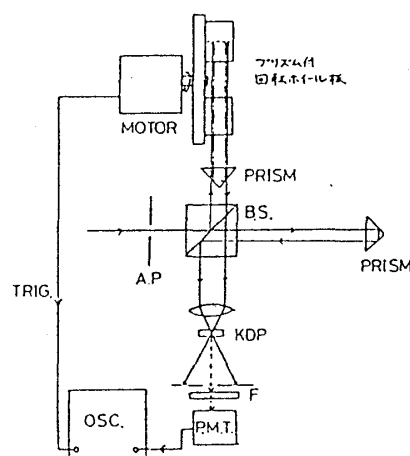


図3 自作SHG相関計

我々の見出した最適条件は、結果的に複屈折効果をも取り入れた安定条件になっていると考えられる。安定な共振器が得られた上で、出力安定化の積極的手段としてレーザーの出力変動をKr ランプ電源にフィードバックさせてみた。その結果M. L. YAGレーザーの低周波強度ゆらぎは平均強度に対し0.5%以下に低減させることに成功した。2)。色素レーザーは製品を改良し製作した(図1b)。共振器長は差動マイクロメーターにより0.1 μm の精度で調整できるようにした。励起光源はYAGレーザーの第2高調波光，使用色素はローダミン6G，波長選択素子は複屈折フィルターを使用した。

基礎特性を知る上でパルスの波形は重要な知見を与えてくれる。我々はパルス波形を間接的に測定する為に図3に示すSHG相関計³⁾を製作した。図4にYAGレーザーのパルスの強度自己相関波形を示す。この結果から元々のパルスはガウス形に近く強度ゆらぎも極めて小さい理想的なパルスと言える。パルス幅は、元々のパルス波形を仮定して算出することができる。表2に各レーザーの基礎特性をまとめた。低周波強度ゆらぎ及びパルス波形の様子を考え合えると、製作したM. L. YAGレーザーは物性研究に十分使用可能であることがわかり、実際にいくつかの物性研究に使用成果を挙げている。一方、強度ゆらぎに関しては、広い周波数領域に

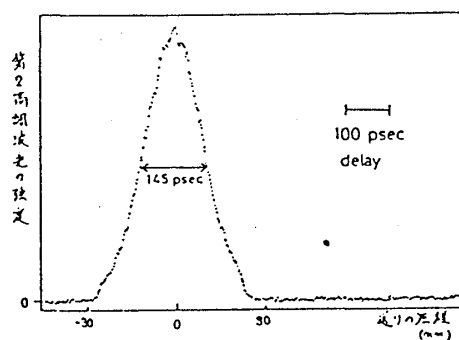


図4 自作モード同期YAGレーザー：強度自己
相関波形

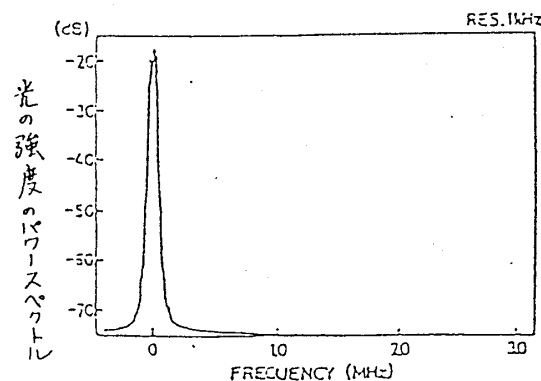


図5 自作モード同期YAGレーザー強度ゆら
ぎのパワースペクトル

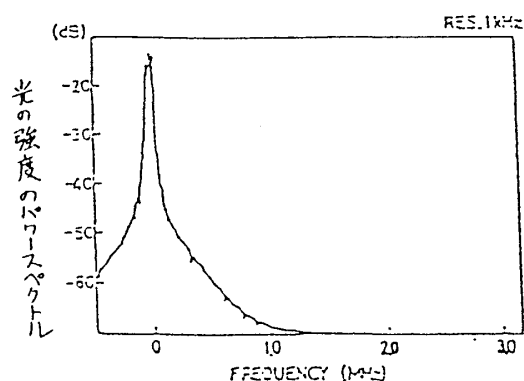


図6 自作同期励起色素レーザー強度ゆらぎの
パワースペクトル

表2 自作モード同期YAGレーザー・同色素
レーザーの基礎特性

	繰り返し	平均出力	パルス幅	尖鋭出力
自作同期YAGレーザー (波長: 1.06 μm)	80 MHz	3.8 W	105 psec	950 W
第2高調波光 (波長: 532 nm)	80 MHz	340 mW	75 psec	60 W
同期励起色素レーザー (波長: 600 nm)	80 MHz	40 mW	4 psec	130 W

わたり強度ゆらぎのパワースペクトルを測定した(図5, 6)⁴⁾。図中0 dBはレーザーの平均強度に対応する。YAGレーザーでは(図5), 約120 kHz以上で強度ゆらぎが平均強度に対し, 分解能1 kHzで 10^{-7} 以下であることがわかった。同様に色素レーザーでは, 約1 MHz以上で強度ゆらぎは 10^{-7} 以下であることを明らかにした。この結果から高周波領域でレーザー強度のゆらぎが問題となってくるような変調分光などの実験では製作した色素レーザーを使用した場合, 変調周波数が1 MHz以上の高周波変調を行えば高感度測定が十分可能であることがわかった。

References

- (1) V. Magni: Appl. Opt., vol. 25, No. 1 (1986) 107.
- (2) W. Koechner: Solid-State Laser Engineering (Springer-Verlag, New York, 1976) 344.
- (3) H. Harde and H. Burggraf: Opt. Commun., vol. 38, No. 3 (1981) 211.
- (4) D. von der Linde: Appl. Phys. B39 (1986) 201.